



Оригинальное исследование
УДК 633.88:581.192
<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-3-13>

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ЭЛЕУТЕРОКОККА КОЛЮЧЕГО (*ELEUTHEROCOCCUS SENTICOSUS RUPR. ET MAXIM.*) МЕТОДОМ ГХ-МС

Айталына Куо Александровна Комарова^{1✉}, Татьяна Алексеевна Степанова²,
Илья Андреевич Прокопьев³

^{1,2}Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия

¹aytakom26@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-3017-6541>

²tastep01@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5352-5657>

³Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия;
Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук,
Якутск, Россия, ilya.a.prokopiev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8755-7140>

Аннотация. Элеутерококк колючий – *Eleutherococcus senticosus* Rupr. et Maxim. – лекарственное растение из семейства Аралиевые, произрастающее на территории России в Приморье, Приамурье, на Сахалине, а также за рубежом в Китае и Японии. В отечественной медицине используются подземные органы элеутерококка в качестве общетонизирующего средства. Особый интерес в корневищах и корнях элеутерококка представляют вещества фенольного происхождения. В работе проведен сравнительный анализ качественного состава фенольных соединений в разных образцах элеутерококка методом ГХ-МС. В результате исследования обнаружены 7 индивидуальных веществ.

Ключевые слова: фенольные соединения, элеутерококк колючий, качественный анализ, биологически активные вещества

Для цитирования: Комарова А.А. Исследование качественного состава фенольных соединений в подземных органах элеутерококка колючего (*Eleutherococcus senticosus* Rupr. et Maxim.) методом ГХ-МС / А.А. Комарова, Т.А. Степанова, И.А. Прокопьев // Дальневосточный медицинский журнал. – 2023. – № 3. – С. 79-82. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-3-13>.

STUDY OF THE QUALITATIVE COMPOSITION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN UNDERGROUND ORGANS OF *ELEUTHEROCOCCUS SENTICOSUS* (*RUPR. ET MAXIM.*) BY GC-MS METHOD

Aitalyyna Kuo A. Komarova¹, Tatiana A. Stepanova², Ilya A. Prokopiev³

^{1,2}Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia

¹aytakom26@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-3017-6541>

²tastep01@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5352-5657>

³Komarov Botanical Institute, Saint Petersburg, Russia; Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia, ilya.a.prokopiev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8755-7140>

Abstract. *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) – a medicinal plant from the Araliaceae family. In Russia it is distributed in Primorye, Amur Region, Sakhalin, as well as abroad in China and Japan. In domestic medicine, the underground organs of *Eleutherococcus* are used as a general tonic remedy. The substances of phenolic nature in the rhizomes and roots of *Eleutherococcus* have certain significance. In this work, a comparative analysis of the qualitative composition of phenolic compounds in different samples of *Eleutherococcus* was carried out by GC-MS. As the result of the study 7 individual substances were found.

Keywords: phenolic compounds, *Eleutherococcus senticosus*, qualitative analysis, biologically active substances



For citation: Study of the qualitative composition of phenolic compounds in underground organs of *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) By GC-MS method / A.A. Komarova, T.A. Stepanova, I.A. Prokopiev // Far Eastern medical journal. – 2023. – № 3. – P. 79-82. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-3-13>.

Несмотря на успехи применения синтетических веществ в медицине, средства на основе растительного сырья продолжают сохранять актуальность. Одним из источников получения препаратов природного происхождения является элеутерококк колючий (*Eleutherococcus senticosus* Rupr. et Maxim.) из семейства Аралиевые (Araliaceae). Лекарственные средства на основе элеутерококка оказывают на организм человека общетонизирующее и адаптогенное действие. В результате многочисленных исследований установлено, что элеутерококк также вызывает ноотропный, антиоксидантный, иммуномодулирующий и противодиабетический эффект [4]. Официальным сырьем в России являются корневища и корни элеутерококка [1]. В подземных органах элеутерококка обнаружены различные группы фенольных соединений [4, 5]. Среди них отмечено наличие простых фенилпропаноидов, а также лигнанов, кумаринов и флавоноидов.

Материалы и методы

Объектами исследований служили 10 образцов подземных органов элеутерококка колючего (*Eleutherococcus senticosus* Rupr. et Maxim.), собранные на территории Приморского края (6), Амурской области (2), Еврейской автономной области (1) и Хабаровского края (1). Заготовку сырья осуществляли в период с мая по октябрь в 2019–2021 гг. Все образцы соответствовали требованиям действующего нормативного документа ФС.2.5.0053.15 [1].

Образцы сырья элеутерококка были предварительно измельчены до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 0,5 мм. Испытуемые растворы готовили следующим образом: около 0,5 г точной навески сырья помещали в плоскодонную колбу, прибавляли 25 мл метанола и экстрагировали в течение 30 мин. с применением ультразвуковой ванны [6]. Поскольку анализируемые компоненты в чистом виде являются нелетучими соединениями, полученное извлечение в последующем подвергали дериватизации путем силилирования. Для этого 100 мкл экстракта выпаривали, затем сухой остаток

Общеизвестно, что фармакологическая ценность лекарственных растений определяется входящими в них химическими компонентами. Важной особенностью растений является неравномерное накопление биологически активных соединений в зависимости от условий произрастания, возраста растений и других факторов. Вместе с тем в литературе встречаются работы о наличии внутривидовых различий в химическом составе растений, включая разделение на хемотипы [3]. В частности, ученые S. Bladt, H. Wagner и W.S. Woo выделили 2 хемотипа элеутерококка. Авторы на основании проведенных исследований считают, что хемотип А содержит элеутерозид В, а в хемотипе Б данное вещество отсутствует [2].

В связи с вышесказанным целью настоящей работы заключалась в сравнительном исследовании компонентного состава фенольного комплекса в различных образцах сырья элеутерококка колючего, собранных на территории российского Дальнего Востока.

растворяли в 50 мкл пиридина. Силилирование проводили добавлением к полученной смеси 50 мкл N,O-бис(триметилсилил)трифторацетамида с содержанием 1 % триметилхлорсилана. Смесь инкубировали при температуре 80 °С в течение 1 ч [8]. Анализ осуществляли с помощью газового хроматографа МАЭСТРО 7 820 (Россия) с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5 975 (США). Использовали капиллярную колонку HP-5MS (30 м × 0,25 мм, Agilent, США) и гелий со скоростью потока 1 мл/мин. в качестве газа-носителя. Испытуемые пробы вводили в объеме 0,5 мкл, температура инжектора составляла 250 °С. Анализ проводили в градиентном режиме по следующей схеме: в течение первых трех минут при температуре 100 °С, от 3 до 50 мин. – при температуре от 100 до 200 °С, 50-66 мин. – при температуре от 200 до 250 °С. Идентификацию соединений осуществляли сравнением масс-спектров, обнаруженных на хроматограмме веществ с библиотечными масс-спектрами, представленными в базе данных NIST 2017 [7].

Результаты и обсуждение

В ходе исследования были получены хроматограммы 10 образцов, две из которых в качестве примера приведены на рисунках 1 и 2. Идентификацию фенольных соединений проводили по характеристическим ионам и временам удерживания веществ на хроматограммах. В результате исследования идентифицированы 7 соединений фенольной природы: кофейная, феруловая, ферулоилхинная, хлорогеновая, протокатеховая кислоты, синаповый спирт и изофраксидин. Характеристики, по которым проводилась идентификация обнаруженных соединений, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Хроматографические характеристики фенольных веществ, идентифицированных в образцах элеутерококка

Наименование вещества	Время удерживания, мин.	Характеристические ионы, m/z
Протокатеховая кислота	21,81	370, 355, 193, 73
Синаповый спирт	26,07	354, 323, 234, 73
Феруловая кислота	26,15	338, 323, 249, 73
Изофраксидин	26,65	222, 207, 179, 123
Кофейная кислота	26,87	396, 381, 219, 73
Ферулоилхинная кислота	39,23	345, 249, 147, 73
Хлорогеновая кислота	39,52	345, 307, 255, 73

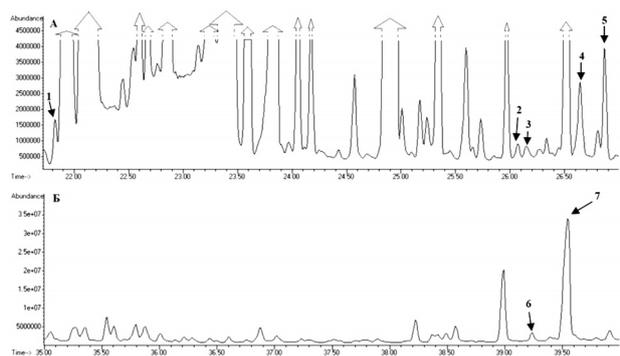


Рис. 1. Хроматограмма образца 4 (Приморский край): А – фрагмент хроматограммы в интервале 22–27 мин.: 1 – протокатеховая кислота; 2 – синаповый спирт; 3 – феруловая кислота; 4 – изофраксидин; 5 – кофейная кислота; Б – фрагмент хроматограммы в интервале 35–40 мин.: 6 – ферулоилхинная кислота, 7 – хлорогеновая кислота

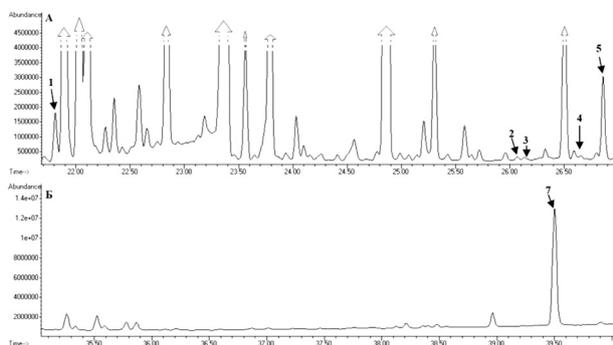


Рис. 2. Хроматограмма образца 7 (Амурская область): А – фрагмент хроматограммы в интервале 22–27 мин.: 1 – протокатеховая кислота; 2 – синаповый спирт; 3 – феруловая кислота; 4 – изофраксидин; 5 – кофейная кислота; Б – фрагмент хроматограммы в интервале 35–40 мин.: 7 – хлорогеновая кислота

Результаты расшифровки полученных хроматограмм показали, что исследованные образцы имеют схожий хроматографический профиль. Так хлорогеновая, протокатеховая, кофейная, феруловая кислоты, синаповый спирт и изофраксидин были обнаружены во всех испытуемых образцах. Присутствие ферулоилхинной кислоты подтверждено в 6 образцах, а в 4 данное вещество не обнаружено. Однако делать вывод об отсутствии ферулоилхинной кислоты в части образцов элеутерококка как о закономерности, а тем более

о возможных хемотипах преждевременно, поскольку ее отсутствие на хроматограмме может объясняться содержанием в количествах ниже пределов обнаружения. Полученный результат представляет определенный научно-практический интерес. Для обсуждения возможности разделения элеутерококка на хемотипы необходимо накопить соответствующую базу на основании изучения большего количества образцов.

Таблица 2 – Содержание хлорогеновой кислоты (1), кофейной кислоты (2), феруловой кислоты (3), ферулоилхинной кислоты (4), протокатеховой кислоты (5), изофраксидина (6) и синапового спирта (7) в образцах элеутерококка колючего

№	Географические районы и сроки сбора	1	2	3	4	5	6	7
1	Еврейская автономная область, Ленинский район, окр. с. Куколево, 10.2021	+	+	+	+	+	+	+
2	Приморский край, Красноармейский район, окр. с. Мельничное, 08.2019	+	+	+	+	+	+	+
3	Приморский край, Кавалеровский район, окр. п. Кавалерово, 07.2019	+	+	+	+	+	+	+
4	Приморский край, Арсеньевский городской округ, окр. г. Арсеньев, 10.2021	+	+	+	+	+	+	+
5	Приморский край, Кавалеровский район, окр. п. Кавалерово, 10.2021	+	+	+		+	+	+
6	Приморский край, Чугуевский район, окр. с. Чугуевка, 08.2021	+	+	+			+	+
7	Амурская область (промышленный образец 1), 09.2021	+	+	+			+	+
8	Амурская область (промышленный образец 2), 05.2021	+	+	+			+	+
9	Приморский край (промышленный образец), 05.2020	+	+	+	+	+	+	+
10	Хабаровский край (промышленный образец), 05.2021	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. Знаком «+» обозначено присутствие вещества в анализируемом образце

Выводы

1. В подземных органах элеутерококка колючего при исследовании фенольных соединений методом ГХ-МС обнаружены 7 веществ.

2. Хлорогеновая, протокатеховая, кофейная и феруловая кислоты, синаповый спирт и изофраксидин обнаружены во всех 10 испытуемых образцах, а ферулоилхинная кислота не идентифицирована в 4 образцах.

Список источников

1. Элеутерококка колючего корневища и корни. ФС 2.5.0053.15. Государственная Фармакопея Российской Федерации. – М.: ФЭМБ, 2018. – С. 6649-6660.
2. Bladt S., Wagner H., Woo W. S. HPLC Fingerprint Analysis and Standardisation of Eleutherococcus (Acanthopanax) Extracts // Planta medica. – 1990. – Vol. 56, № 6. – P. 566.
3. Giuliani C., Tani C., Bini L M., et al. Localization of phenolic compounds in the fruits of Silybum marianum characterized by different silymarin chemotype and altered colour // Fitoterapia. – 2018. – Vol. 130. – P. 210–218.



4. Huang L., Zhao H., Huang B., et al. Acanthopanax senticosus: review of botany, chemistry and pharmacology // Pharmazie. – 2011. – Vol. 66, № 2. – P. 83-97.
5. Liu J. Sun Ch., Yao Ch. The research of measuring eleutheroside B, eleutheroside E and flavonoid secondary metabolites content of root of Acanthopanax senticosus by UPLC – MS /MS simultaneously // Journal of Jilin forestry science and technology. – 2017. – Vol. 46, № 4. – P. 7-13. DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005–7129.2017.04.003
6. Radix et Rhizoma seu Caulis Acanthopanax Senticosi. Pharmacopoeia of the People's Republic of China. Beijing: People's Medical Publishing House, 2020. – P. 215-215.
7. Standard Reference Data Program, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. Standard Reference Database IA. URL:<http://www.nist.gov/srd/nist1a.htm>
8. York W.S., Darvill A.G., McNeil M., et al. Isolation and characterization of cell walls and cell wall components // Methods in enzymology. – 1986. – Vol. 118. – P. 3-40.

References

1. Eleutherococcus senticosus rhizomes and roots. CPD (certified pharmacopoeial description) 2.5.0053.15. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. – M.: FEML, 2018. – P. 6649-6660.
2. Bladt S., Wagner H., Woo W. S. HPLC Fingerprint Analysis and Standardisation of Eleutherococcus (Acanthopanax) Extracts // Planta medica. – 1990. – Vol. 56, № 6. – P. 566.
3. Giuliani C., Tani C., Bini L M., et al. Localization of phenolic compounds in the fruits of Silybum marianum characterized by different silymarin chemotype and altered colour // Fitoterapia. – 2018. – Vol. 130. – P. 210–218.
4. Huang L., Zhao H., Huang B., et al. Acanthopanax senticosus: review of botany, chemistry and pharmacology // Pharmazie. – 2011. – Vol. 66, № 2. – P. 83-97.
5. Liu J. Sun Ch., Yao Ch. The research of measuring eleutheroside B, eleutheroside E and flavonoid secondary metabolites content of root of Acanthopanax senticosus by UPLC – MS /MS simultaneously // Journal of Jilin forestry science and technology. – 2017. – Vol. 46, № 4. – P. 7-13. DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005–7129.2017.04.003
6. Radix et Rhizoma seu Caulis Acanthopanax Senticosi. Pharmacopoeia of the People's Republic of China. Beijing: People's Medical Publishing House, 2020. – P. 215-215.
7. Standard Reference Data Program, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. Standard Reference Database IA. URL:<http://www.nist.gov/srd/nist1a.htm>
8. York W.S., Darvill A.G., McNeil M., et al. Isolation and characterization of cell walls and cell wall components // Methods in enzymology. – 1986. – Vol. 118. – P. 3-40.

Вклад авторов:

Комарова А.А. – идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи;

Степанова Т.А. – идея, обработка материала, написание статьи;

Прокопьев И.А. – идея, сбор материала, научное консультирование.

Работа выполнена И.А. Прокопьевым в рамках государственных заданий БИН РАН (AAAA-A18-118032390136-5) и ИБПК СО РАН (AAAA-A21-121012190035-9).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

Komarova A.A. – idea, collection of material, material processing, article writing;

Stepanova T.A. – idea, material processing, article writing;

Prokopiev I.A. – idea, collection of material, scientific consultation.

The work of I.A. Prokopiev was conducted in the framework of the institutional research projects (no. AAAA-A18-118032890101-8 and AAAA-A18-118032390136-5) of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences and Institute for Biological Problems of the Cryolithozone of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (no. AAAA-A21-121012190035-9).

The authors declare no conflict of interests.

Статья принята к публикации 11.07.2023.

The article was accepted for publication 11.07.2023.

